



(10)授权公告号 CN 103582689 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201280027177.X

(22)申请日 2012.04.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103582689 A

(43)申请公布日 2014.02.12

(30)优先权数据

11162040.7 2011.04.12 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.12.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/051621 2012.04.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/140542 EN 2012.10.18

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 T·范博梅尔 R·A·M·希克梅特

J·C·克里格

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

G09K 11/06(2006.01)

G09K 11/77(2006.01)

H05B 33/14(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

(56)对比文件

WO 2010116294 A1, 2010.10.14,

WO 2010116294 A1, 2010.10.14,

US 2011068328 A1, 2011.03.24,

US 2006220531 A1, 2006.10.05,

US 2012286256 A1, 2012.11.15,

CN 1905235 A, 2007.01.31,

CN CN1706227 A, 2005.12.07,

审查员 张亚平

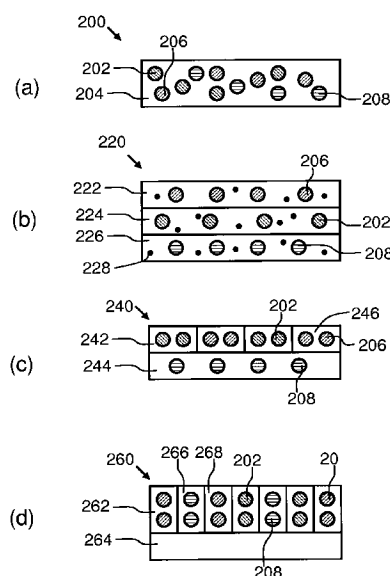
权利要求书4页 说明书13页 附图4页

#### (54)发明名称

具有大于80的CRI的发光转换器、磷光增强光源或灯具

#### (57)摘要

提供了一种发光转换器200、220、240、260、磷光增强光源和灯具。所述发光转换器200包括第一有机发光材料202、第二有机发光材料208和第三无机发光材料206。第一有机发光材料202、第二有机发光材料208和无机发光材料206吸收所述光源发出的光的一部分并且/或者吸收其它发光材料中的至少一个发出的光的一部分。第一有机发光材料202将所吸收的光的至少一部分转换为第一颜色分布的光。第二有机发光材料208将所吸收的光的至少一部分转换为第二颜色分布的光。无机发光材料206将所吸收的光的至少一部分转换为第三颜色分布的光,以补偿第一有机发光材料202和第二有机发光材料208中的至少一个对光的自身吸收。



1. 一种用于包括光源(410,468)的磷光增强光源(400,430,460,502)的发光转换器(200,220,240,260,402,432,462),所述发光转换器(200,220,240,260,402,432,462)包括第一有机发光材料(202)、第二有机发光材料(208)和第三无机发光材料(206),其中

—所述第一有机发光材料(202)被配置用于吸收由所述光源(410,468)发出的光的第一部分和/或吸收由所述第二有机发光材料(208)或所述无机发光材料(206)中的至少一个发出的光的一部分,并且所述第一有机发光材料(202)被配置用于将所吸收的光的至少一部分转换为第一颜色分布的光,

—所述第二有机发光材料(208)被配置用于吸收由所述光源(410,468)发出的光的第二部分和/或吸收由所述第一有机发光材料(202)或所述无机发光材料(206)中的至少一个发出的光的一部分,并且所述第二有机发光材料(208)被配置用于将所吸收的光的至少一部分转换为第二颜色分布的光,所述第二颜色分布不同于所述第一颜色分布,所述第一有机发光材料和所述第二有机发光材料的至少一个经历自身吸收,而分别导致所述第一有机发光材料对在所述第一颜色分布的较低端的光线的一部分的吸收以及导致所述第二有机发光材料对在所述第二颜色分布的较低端的光线的一部分的吸收,并且

—所述无机发光材料(206)被配置用于吸收由所述光源(410,468)发出的光的第三部分和/或吸收由所述第一有机发光材料(202)或所述第二有机发光材料(208)发出的光的一部分,并且所述无机发光材料(206)被配置用于将所吸收的光的至少一部分转换为第三颜色分布的光,用于补偿所述第一有机发光材料(202)和所述第二有机发光材料(208)中的至少一个的对光的自身吸收。

2. 根据权利要求1所述的发光转换器(200,220,240,260,402,432,462),其中

—所述第一颜色分布包括红光,

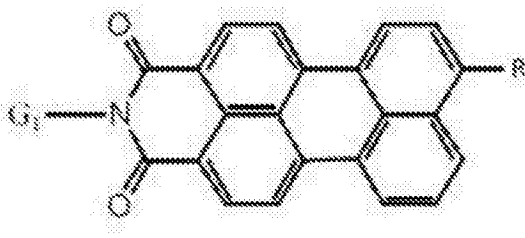
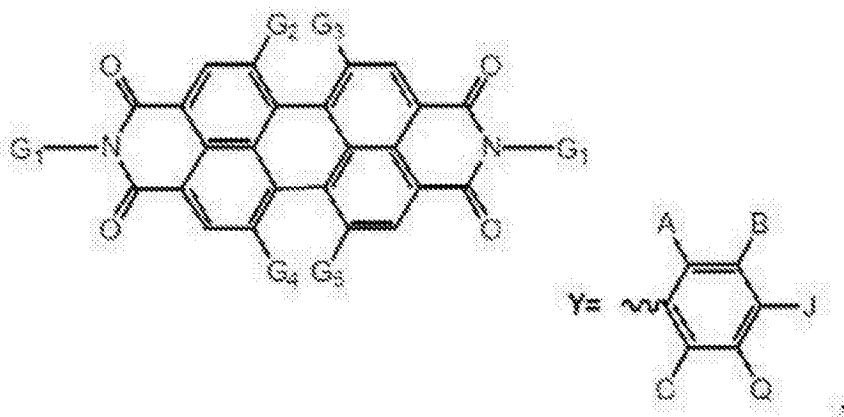
—所述第二有机发光材料(208)被配置为只吸收由所述光源(410,468)发出的光的一部分和/或吸收由所述无机发光材料(206)发出的光的一部分,

—所述第二颜色分布包括黄光,

—所述无机发光材料(206)被配置为只吸收由所述光源(410,468)发出的光的第三部分,并且

所述第三颜色分布包括从490nm到560nm的谱范围中的光。

3. 根据权利要求1所述的发光转换器(200,220,240,260,402,432,462),其中所述第二有机发光材料(208)是式(I)或(II)的化合物:

[illegible]

其中

—G<sub>1</sub>是直链或支链烷基或者含氧烷基C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>O<sub>m</sub>, n是从1到44的整数并且m<n/2, 或者G<sub>1</sub>为Y;

—G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>和G<sub>5</sub>中的至少两个为氟,而G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>和G<sub>5</sub>中其余的独立地为氢、甲氧基或者未被取代的饱和烷基C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>,n是从1到16的整数;

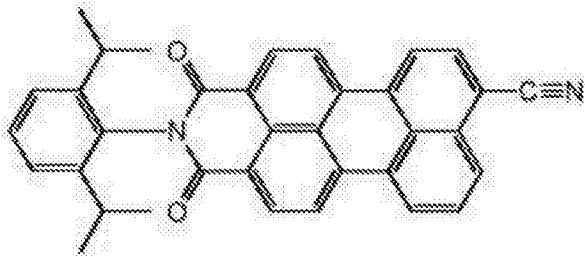
—R是直链或支链烷基或者含氧烷基 $C_nH_{2n+1}O_m$ , n是从1到44的整数并且 $m < n/2$ , 或者R为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基或氰基;

—A、B、C、J和Q的每一个独立地为氢、氟、甲氧基、氰基或者未被取代的饱和烷基 $C_nH_{2n+1}$ ， $n$ 是从1到16的整数。

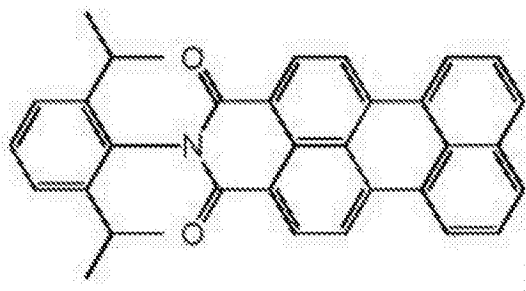
4. 根据权利要求3所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 其中所述未被取代的饱和烷基 $C_nH_{2n+1}$ 是异丙基或者叔丁基。

5. 根据权利要求3所述的发光转换器(200,220,240,260,402,432,462),其中所述第二有机发光材料(208)包括式(III)或(IV)的二萘嵌苯单酰胺化合物:

(III):

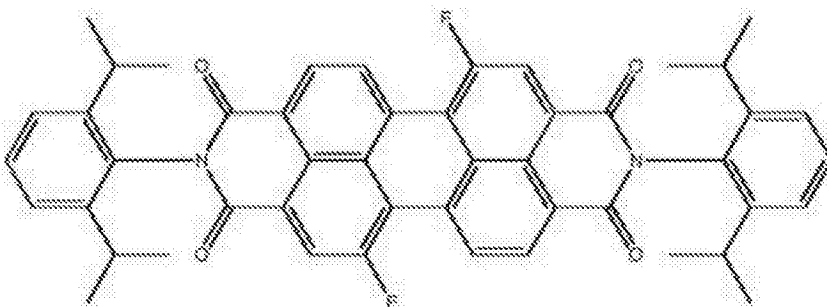


(IV):

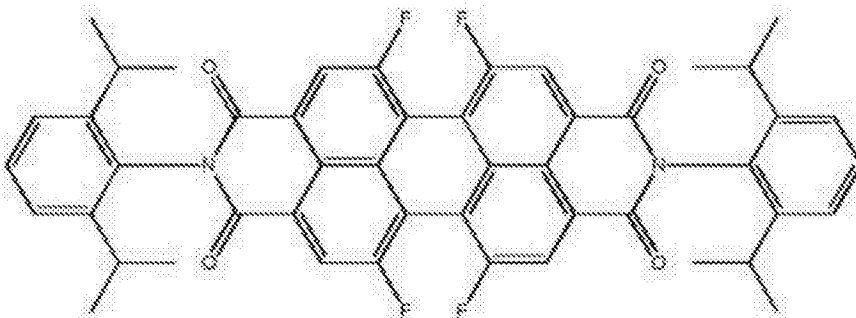


或者所述第二有机发光材料(208)包括式(V)或(VI)的氟取代的二萘嵌苯二酰胺化合物:

(V):



(VI):



6. 根据权利要求1所述的发光转换器(200,220,240,260,402,432,462),其中所述第一有机发光材料(202)包括二萘嵌苯衍生物。

7. 根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 其中所述无机发光材料(206)包括YAG:Ce或LuAG:Ce中的至少一种。

8. 根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 其由层(204)组成, 所述层(204)包括所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206)的混合物。

9. 根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 包括至少三层(222, 224, 226)的堆叠, 其中每层(222, 224, 226)包括选自以下材料的单独一种发光材料: 所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206)。

10. 根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 包括一层, 所述层包括:

— 包括选自以下材料的第一材料的第一子区域(242, 262): 所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206), 以及

— 包括选自以下材料的第二材料的第二子区域(246, 266): 所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206),

其中所述第二材料不同于所述第一材料, 所述第一子区域(242, 262)不包括所述第二材料并且所述第二子区域(246, 266)不包括所述第一材料。

11. 根据权利要求10所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 包括另一层(244), 所述另一层包括选自以下材料的第三材料: 所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206), 其中所述第三材料不同于所述第一材料和所述第二材料。

12. 根据权利要求10所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462), 其中所述层包括第三子区域(268), 所述第三子区域包括选自以下材料的第三材料: 所述第一有机发光材料(202)、所述第二有机发光材料(208)和所述无机发光材料(206); 其中所述第三材料不同于所述第一材料并且不同于所述第二材料, 所述第三子区域(268)不包括所述第一材料并且不包括所述第二材料, 所述第一子区域(242, 262)和所述第二子区域(246, 266)不包括所述第三材料。

13. 一种磷光增强光源(400, 430, 460, 502)包括:

— 光源(410, 468),

— 根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462)。

14. 一种根据权利要求13所述的磷光增强光源(400, 430, 460, 502), 其中所述光源(410, 468)发出蓝光。

15. 一种根据权利要求13所述的磷光增强光源(400, 430, 460, 502), 所述磷光增强光源被配置为发出显色性指数大于80的光。

16. 一种灯具(500), 所述灯具(500)包括根据权利要求1所述的发光转换器(200, 220, 240, 260, 402, 432, 462)或者包括根据权利要求13所述的磷光增强光源(400, 430, 460, 502)。

## 具有大于80的CRI的发光转换器、磷光增强光源或灯具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于将第一颜色分布的光转换为另一颜色分布的光的发光产品。

### 背景技术

[0002] 在很多应用中,发光材料与固态发光器相组合以产生用户体验为白光的光发射分布。所产生的白光的光发射分布的显色性指数应当相对较高以得到好的显色性指数。

[0003] 已知将每个发出不同颜色的光的不同的无机发光材料与发出单一颜色的光的固态发光器组合在一起。无机发光材料是稳定的并且可以在相对较高的温度下被使用。但是,无机发光材料相对较贵。

[0004] 为了减少成本,在一些应用中,所谓的远程有机磷光体被使用,所述远程有机磷光体是有机发光材料的混合物并且被放置在距离固态发光器的特定距离的位置处。然而,只有有限的一组稳定的有机发光材料可用,使得难以制造在每种颜色处都具有足够大的光发射的光源。因而,难以制作具有高显色性指数的包括有机发光材料的混合物的光源。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于为具有高显色性指数的磷光增强光源提供发光转换器。

[0006] 本发明的第一方面提供如权利要求1中所述的发光转换器。本发明的第二方面提供如权利要求12中所述的磷光增强光源。本发明的第三方面提供如权利要求15中所述的灯具。有利的实施例在从属权利要求中限定。

[0007] 根据本发明的第一方面的用于包括光源的磷光增强光源的发光转换器包括第一有机发光材料、第二有机发光材料和第三无机发光材料。第一有机发光材料吸收由光源发出的光的第一部分和/或吸收由第二有机发光材料或无机发光材料中的至少一个发出的光的一部分。第一有机发光材料将所吸收的光的至少一部分转换为第一颜色分布的光。第二有机发光材料吸收由光源发出的光的第二部分和/或吸收由第一有机发光材料或无机发光材料中的至少一个发出的光的一部分。第二有机发光材料将所吸收的光的至少一部分转换为第二颜色分布的光。无机发光材料吸收由光源发出的光的第三部分和/或吸收由第一有机发光材料或第二有机发光材料发出的光的一部分。无机发光材料将所吸收的光的至少一部分转换为第三颜色分布的光,以补偿第一有机发光材料和第二有机发光材料中的至少一个对光的自身吸收。

[0008] 发光转换器所接收的光部分地被吸收并且部分地通过发光转换器发出。第一有机发光材料被光源的光激发或者被另一发光材料所发出的光激发并且发出第一颜色分布的光。第二发光材料被光源的光激发或者被另一发光材料所发出的光激发并且发出第二颜色分布的光。因而,发光转换器所发出的光分布至少包括直接源于光源的光以及第一颜色分布和第二颜色分布的光。如果特定量的有机发光材料被选择,则发光转换器可以发出白光。然而,如前面所讨论的,难以产生具有相对较高的显色性指数(CRI)(例如大于80)的光。因而,技术人员在必须得到相对较高的显色性指数时不会使用两种有机发光材料。

[0009] 发明人洞察到由于有机发光材料中的一种材料对光的所谓的‘自身吸收’,产生具有高CRI的光发射是特别困难的。通常被用在磷光增强光源中的光源是发射蓝光的发光固态发光器。很多已知的有机发光材料不能很强地吸收蓝光。因此,相对较大量的特定有机发光材料必须被使用以能够将足够的蓝光转换为第一或第二颜色分布的光。如果大量的这种材料被使用,则由第一或第二有机发光材料发出的光在第一或第二颜色分布的较低端的一部分被第一或第二有机发光材料自身所吸收。这种现象是由于特定有机发光材料的发光光谱与特定有机发光材料的光吸收光谱的交迭造成的。换言之,经历自身吸收的特定发光材料吸收由特定发光材料自身所发出的光的一部分。

[0010] 由于光的自身吸收,相对较大量的第一或第二发光材料的发光光谱在发射光谱的较低波长处出现下降,因此第一或第二颜色分布的平均波长略微向较高的波长(向红光)偏移。作为结果,包括第一和第二有机发光材料的发光转换器的发光光谱缺少在特定光谱范围内的光,这使得显色性指数保持在特定值以下,例如低于80。

[0011] 发明人已发现自身吸收效应可以通过添加第三发光材料来补偿,所述第三发光材料为无机材料并且发出补偿第一和/或第二发光材料的自身吸收的第三颜色分布。因此,可以创建一种发光转换器,该发光转换器发出具有在几乎全部颜色范围内的光并且因而具有高显色性指数的光分布。使用无机发光材料的另一优点在于该材料是稳定材料。此外,由于是少量的无机磷光体,所以发光转换器是相对廉价的。

[0012] 在该上下文中,每种发光材料发出特定颜色分布的光。该特定颜色分布可以例如包括具有在预定波长附近的特定带宽的主颜色,或者可以例如包括多个主颜色。预定波长为辐射功率谱分布的平均波长。主颜色的光例如包括红色、绿色、蓝色、黄色和琥珀色光。该特定颜色分布也可以包括多个颜色的混合,例如相邻的颜色:绿色和黄色。

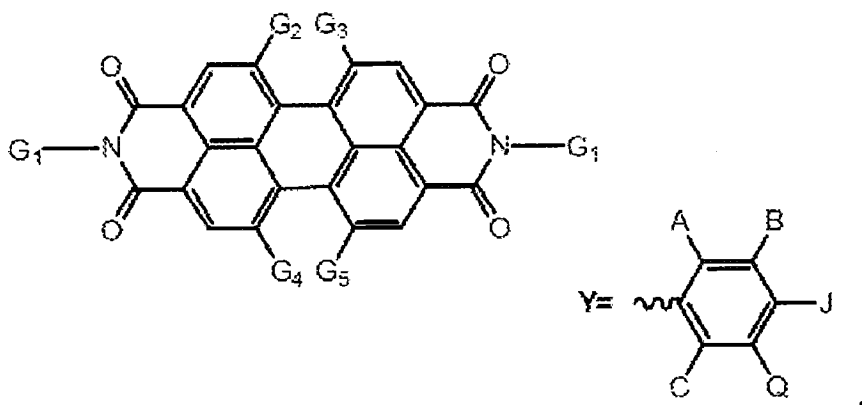
[0013] 根据另一实施例,第一颜色分布包括红光。第二有机发光材料被配置为只吸收由光源发出的光的一部分和/或吸收由无机发光材料发出的光的一部分,并且第二颜色分布包括黄光。无机发光材料被配置为只吸收由光源发出的光的第三部分,并且第三颜色分布包括从490nm到560nm的谱范围中的光。在该实施例的特定组合中,发出黄光的第二有机发光材料经受相对较大量的自身吸收,导致在只包括有机发光材料的发光转换器的发光光谱中缺少绿光。这通过实施例的无机发光材料来补偿。

[0014] 此外,一般来说,发光材料只吸收比特定发光材料所发出的光的波长短的光。因此,无机发光材料可以只吸收光源的光,并且第二有机发光材料只吸收光源所发出的光和/或无机发光材料所发出的光。

[0015] 根据实施例,第一有机发光材料和第二有机发光材料是稳定的有机发光材料。稳定的发光材料被定义为在以下测试条件中的至少一个测试条件下示出在100小时内发光度的降低小于10%的材料。发光材料以分子形式溶解在诸如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚碳酸酯(PC)之类的聚合物基体中并且浓度被调节为使得200微米厚的包含发光分子的层在450nm显示10%的吸收。所述层随后被置于热稳定的腔室中并且被在450nm处发光的激光器连续照射。在容纳聚合物层的腔室中的气氛可以是:纯氮气、空气或者包含0.1%的氧气的与纯氮气的混合物。

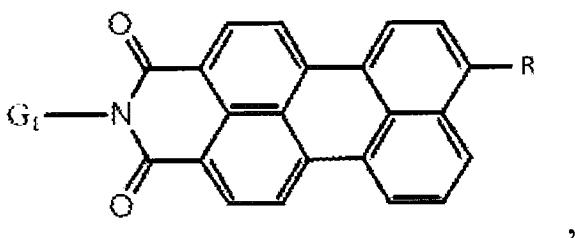
[0016] 在实施例中,第二有机材料是式(I)或(II)的化合物:

(I):



[0017]

(II):



[0018] 其中

[0019]  $-G_1$ 是直链或支链烷基或者含氧烷基 $C_nH_{2n+1}O_m$ ,  $n$ 是从1到44的整数并且 $m < n/2$ , 或者 $G_1$ 为 $Y$ ;

[0020]  $-A, B, C, J$ 和 $Q$ 的每一个独立地为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基或者未被取代的饱和烷基 $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$ 是从1到16的整数;

[0021]  $-G_2, G_3, G_4$ 和 $G_5$ 中的至少两个为氟, 而 $G_2, G_3, G_4$ 和 $G_5$ 中其余的独立地为氢、甲氧基或者未被取代的饱和烷基 $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$ 是从1到16的整数;

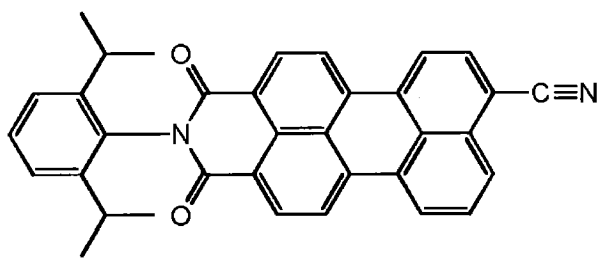
[0022]  $-R$ 是直链或支链烷基或者含氧烷基 $C_nH_{2n+1}O_m$ ,  $n$ 是从1到44的整数并且 $m < n/2$ , 或者 $R$ 为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基或氰基;

[0023]  $-A, B, C, J$ 和 $Q$ 的每一个独立地为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基、氰基或者未被取代的饱和烷基 $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$ 是从1到16的整数。

[0024] 一些已知的发黄光的有机发光材料当用蓝光照射时具有较低稳定性。发明人已发现发黄光并且当用蓝光照射时具有高的稳定性的上述一类有机发光材料。然而, 这些材料具有对蓝光的相对较低的吸收, 因此如果这类材料被使用, 则‘自身吸收’的效果更显著地呈现。因而, 添加无机发光材料对于获得具有相对较高的显色性指数的光发射谱来说是很重要的。

[0025] 在实施例中, 第二有机发光材料包括式(III)或(IV)的二萘嵌苯单酰胺化合物:

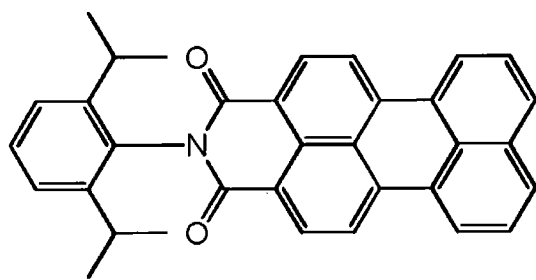
(III):



,

[0026]

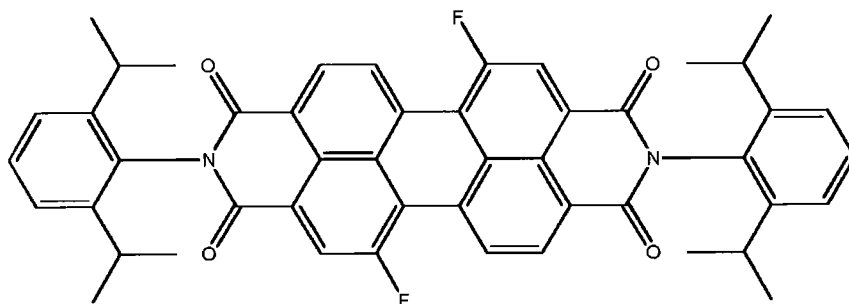
(IV):



,

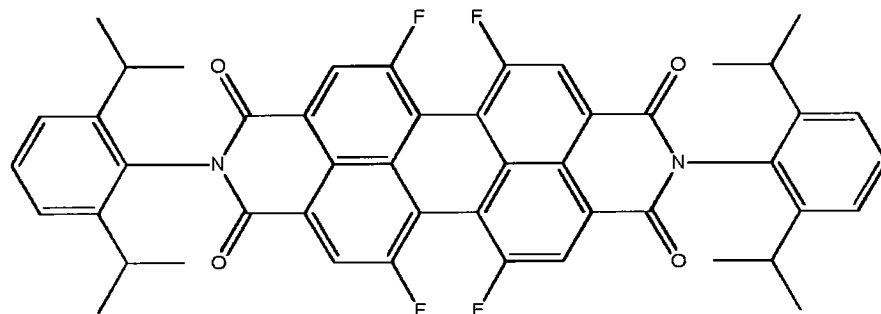
[0027] 或者第二有机发光材料包括式(V)或(VI)的氟取代的二萘嵌苯二酰胺化合物:

(V):



[0028]

(VI):



[0029] 实施例的化合物是稳定的有机发光材料并且因此非常适合用在磷光增强光源中并且这些化合物能够将蓝色光谱区域的光向黄色光谱区域的光转换。

[0030] 在实施例中,第一有机发光材料和第二有机发光材料中的至少一个包括二萘嵌苯

衍生物。二萘嵌苯衍生物具有有利的发光特性并且每个具有不同的吸收/激发光谱和发射光谱的范围广泛的材料可以被产生。

[0031] 在另一实施例中,无机发光材料包括YAG:Ce或LuAG:Ce中的至少一种。

[0032] 在实施例中,发光转换器包括一层,该层包括第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料的混合物。制造包括发光材料的混合物的发光转换器相对容易并且因而相对便宜。材料必须只被混合一次并且在一个步骤中,混合物可以被布置在磷光增强光源中。发光材料的混合物通常与基体聚合物混合以获得能容易地应用在磷光增强光源中的材料的混合物。基体聚合物是发光材料被分散或以分子形式溶解于其中的聚合物。聚合物基体可以在诸如丙烯酸酯(例如聚甲基丙烯酸甲酯)、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯之类的聚合物和它们的共聚物和混合物中选择。

[0033] 此外,无机发光材料可以用作发光材料的混合物中的散射材料。通常,发光材料被应用在一层材料中。在这样的一层中,光通常例如通过内反射而被捕获。该被捕获的光的一部分通常被重新吸收并且因而损失掉,这降低发光转换器的转换效率。为了防止光被捕获在层内,附加的散射材料可以被添加到发光层中。但是,散射材料也代表着不希望有的某种光损失。通过将作为第一发光材料的无机发光材料与作为第二发光材料的有机发光材料混合在发光材料的单一混合物中,无机发光材料可以用作提高对在发光材料内部产生的光的提取的散射材料。使用发光材料的混合物的另一个好处在于磷光增强光源的外观由发光材料的混合物决定,而不是像堆叠配置中那样由上部发光材料的外观决定。这将产生减小消费者混淆的磷光增强光源的更自然的外观。

[0034] 在另一实施例中,发光转换器包括至少三层的堆叠,其中每层包括选自以下材料的单独一种发光材料:第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料。虽然制造每个包括另一发光材料的层的堆叠比制造单个层更复杂,但是额外的设计自由度被产生以得到完全根据预定的光发射分布来发光的磷光增强光源。例如,以下情况是可能的:特定的发光材料除了被光源的光激发以外还被另一发光材料所发出的光激发。将特定的发光材料放置为第一层以防止对另一发光材料所产生的光的吸收可能是有利的。但是,在其它实施例中,取决于预定的光发射分布的特定特征,将具有特定发光材料的层应用于其它层之间可能是有利的。

[0035] 此外,层状结构提供以下好处:具有发光材料的不同层可以通过最适合于特定发光材料的生产过程来产生。例如,有机发光材料通常是可溶性的以产生具有特性粘度的液体。这样的液体例如可以通过公知的旋涂技术很容易地以大体均匀的层应用于载体材料上。无机发光材料可以不是可溶性的,因此第一发光材料的层可以通过适合于所选择的第一发光材料的其它技术来产生。

[0036] 在实施例中,发光转换器包括局部性地包括第一子区域和第二子区域的一层。第一子区域包括选自以下材料的第一材料:第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料。第二子区域包括选自以下材料的第二材料:第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料。第二材料不同于第一材料。第一子区域不包括第二材料并且第二子区域不包括第一材料。此外,所述层可以包括其它材料,像基体聚合物。但是,所述层包括具有单一发光材料的子区域和具有另一单一发光材料的子区域。因而,所述层包括具有不同发光材料的图案。通过将发光材料图案化在所述层中,附加的设计参数被得到,用于优化磷光增强光源所

发出的颜色分布。执行所述图案化可以通过：将基体聚合物与特定发光材料的混合物印刷或涂覆在特定位置处并且将基体聚合物与另一发光材料的另一混合物印刷在最初所印刷的混合物之间的区域处。利用图案化的发光层，防止由特定发光材料发出的光被另一特定发光材料吸收。所述图案化导致不同发光材料在空间上分隔开，并且从而减小它们对彼此的发光光谱的影响，如果特定颜色的光不能被发光材料吸收，则这对于获得足够高的显色性指数而言是特别重要的。

[0037] 在另一实施例中，发光转换器包括另一层，该层包括选自以下材料的第三材料：第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料，第三材料不同于第一材料和第二材料。

[0038] 在另一实施例中，所述层包括第三子区域，该第三子区域包括选自以下材料的第三材料：第一有机发光材料、第二发光材料 and 无机发光材料。第三材料不同于第一材料并且不同于第二材料。第三子区域不包括第一材料并且不包括第二材料。第一子区域和第二子区域不包括第三材料。

[0039] 具有空间上被分隔开的所述三种发光材料的层可以被制作在基板上，例如玻璃基板上。

[0040] 在实施例中，发光转换器包括散射颗粒。散射颗粒可以包括例如 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{TiO}_2$ 。散射颗粒可以帮助获得发光转换器的更发散且更均匀的光发射。通常，发光材料被应用在一层材料中。在这样的一层中，光通常例如通过内反射而被捕获。该被捕获的光的一部分通常被重新吸收并且因而被损失掉，这降低发光转换器的转换效率。为了防止光被捕获在层内，附加的散射材料可以被添加到发光层中。

[0041] 根据本发明的第二方面，包括光源和根据本发明的第一方面的发光转换器的磷光增强光源被提供。

[0042] 根据本发明的第二方面的磷光增强光源提供与根据本发明的第一方面的发光转换器相同的优点，并且具有与发光转换器的相应实施例相类似的效果的类似实施例。

[0043] 光源可以是固态发光器，例如发光二极管、激光二极管或者有机发光二极管。

[0044] 在实施例中，光源发出蓝光。在蓝色光谱范围内发光的光源通常可作为高功率光源而得到并且具有较长寿命。此外，若干有利的发光材料可用于将蓝光转换为作为由第一有机发光材料发出的光的黄光，转换为作为由第二有机发光材料发出的光的红光，以及转换为作为由无机发光材料所发出的光的在490到560nm的光谱范围内的光。

[0045] 在实施例中，光源与发光转换器之间存在间隔。该间隔防止从光源朝向发光转换器的直接热传导，从而防止由于过热而导致发光材料劣化。通常，术语“远程磷光体配置”被用于指示在发光转换器与光源之间存在特定距离。

[0046] 在另一实施例中，磷光增强光源具有显色性指数大于75的光发射。在另一实施例中，该显色性指数大于80。

[0047] 磷光增强光源的光发射分布是第一颜色分布、第二颜色分布、第三颜色分布以及光源的其余光的加权总和。因此，磷光增强光源总的光发射具有在每个颜色范围内的光并且具有相对较高的显色性指数。

[0048] 根据本发明的第三方面，提供了灯具，其包括根据本发明的第一方面的发光转换器或者包括根据本发明的第二方面的磷光增强光源。

[0049] 根据本发明的第三方面的灯具提供与根据本发明的第一方面的发光转换器或者

根据本发明的第二方面的磷光增强光源相同的优点,并且具有与发光转换器或磷光增强光源的相应实施例相类似的效果的类似实施例。

[0050] 参考下文中所描述的实施例,本发明的这些及其它方面是明显的并且将被阐明。

[0051] 本领域技术人员将认识到以上所提到的本发明的实施例、实现方式和/或方面中的两个或多个可以按任何被认为有用的方式来组合。

[0052] 与所描述的对发光产品的修改和改变相对应的对发光转换器、磷光增强光源和灯具的修改和改变可以由本领域技术人员基于本描述而做出。

## 附图说明

[0053] 在附图中:

[0054] 图1a示意性地示出了发光材料的自身吸收,

[0055] 图1b示意性地示出了由于激发光谱与光发射分布的交迭而引起的发光材料的自身吸收,

[0056] 图2示意性地示出了根据本发明的第一方面的发光转换器的不同的实施例,

[0057] 图3a和图3b示意性地示出了从蓝光发光二极管接收光的特定发光转换器的光发射分布,

[0058] 图4示意性地示出了根据本发明的第二方面的磷光增强光源的三个实施例,以及

[0059] 图5示意性地示出了根据本发明的第三方面的灯具的实施例。

[0060] 应当注意不同附图中的相同标号表示的项目具有相同的结构特征和相同的功能,或者是相同的信号。在关于这样的项目的功能和/或结构已经被说明的情况下,在详细描述中不需要对其进行重复说明。

[0061] 附图纯粹是概略性的而非按比例绘制的。尤其是为了清楚起见,一些尺寸被大幅度扩大。

## 具体实施方式

[0062] 图1a和1b示意性地呈现了自身吸收的现象。在图1a中,基体聚合物的层102被呈现,该层包括发光分子104、108、110。为了清楚起见,发光分子104、108、110的尺寸被大幅度扩大。发光分子104、108、110是有机发光材料。包括发光分子104、108、110的层102具有良好的透光特性,因为基体聚合物是透明的并且不呈现对光的吸收。此外,有机发光材料是相对较透明的。因此,只有落在发光材料的吸收光谱范围内的波长被所述层吸收。具有预定颜色分布的光106入射到层102的一侧上。光106的一部分被传输通过层102。光106的另一部分被发光分子110吸收。

[0063] 在图1b中,呈现出发光分子104、108、110的激发光谱152。在图1b的图表150中,x轴表示光的波长,y轴表示光的强度。曲线152表示吸收光谱,所述吸收光谱显示出发光分子104、108、110在哪些特定的光波长处吸收光。

[0064] 在图1a中显示发光分子110吸收光106的一部分并且发出另一颜色的光112。在图1b中,发光分子104、108、110的发射光谱156被呈现,显示光发射可能在多个波长处。

[0065] 发光分子110所发出的光沿多个方向发出。发光分子108也接收由发光分子110发出的光的一部分。如图1b中所示,吸收光谱152与发光光谱156部分交迭并且因此发光分子

110所发出的光可以被发光分子108吸收。灰色阴影区域154表示在最坏情况下发光分子104、110、108所发出的光中被发光分子104、110、108中的其它发光分子吸收的光的量。这个现象被称为自身吸收。

[0066] 自身吸收的量非常依赖于基体聚合物的层102中的发光分子104、108、110的浓度，并且还在较小的程度上依赖于其它因素，例如层102的厚度和光在选出所述层之前在所述层内的路径长度。越多的分子可用或者路径长度越长，则自身吸收现象越容易检测到。因为发光光谱的较低部分的光被吸收，所以由发光材料层发出的颜色分布的平均波长向较高的波长偏移。

[0067] 如果被识别为稳定的发光材料的发黄光的有机发光材料与发出蓝光的光源相组合地使用，则相对大量的发黄光的有机发光材料需要被使用，因为发黄光的有机发光材料的吸收光谱有限地位于蓝色光谱中。因而，发黄光的有机材料对于蓝光不是非常敏感并且相对大量的这种材料需要被使用。由于自身吸收，发黄光的有机发光材料的发光光谱向较大的波长(因而向红色光谱)偏移。如果蓝光光源与发黄光的有机发光材料以及发红光的有机发光材料相组合，则可产生白光，但是，由于发黄光的有机发光材料的光发射的偏移，白光的显色性指数(CRI)不够高。使得产生CRI高于80的白光相当困难。在很多应用中，CRI必须高于80以获得好的显色。

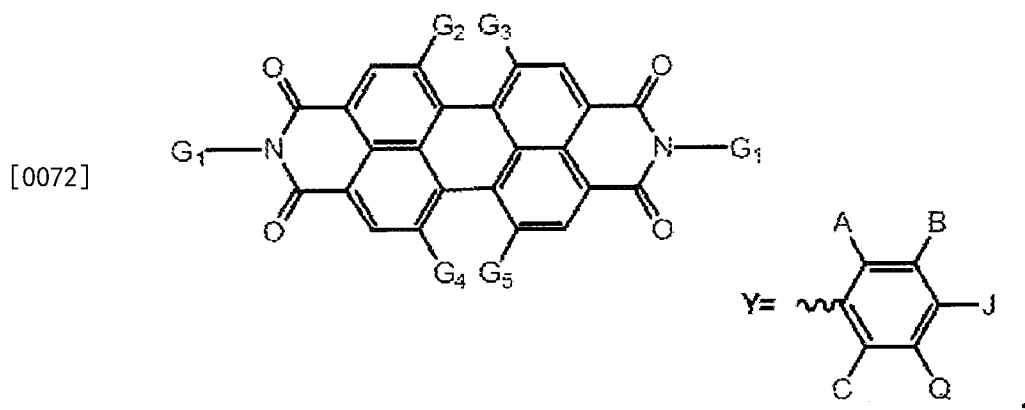
[0068] 发明人对于自身吸收的这个洞察是本发明的基础。在本发明中，在绿色光谱中发光的无机发光材料被添加到有机的发黄光的发光材料和有机的发红光的发光材料的组合中，以得到具有足够高的CRI的白光。

[0069] 图2呈现了根据本发明的第一方面的发光转换器的四个不同的实施例。发光转换器200是其中三种不同的发光材料202、206、208可用的基体聚合物的层204。

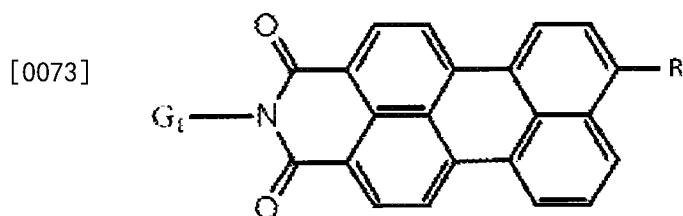
[0070] 基体聚合物是一种发光材料被分散或以分子形式溶解于其中的聚合物。聚合物基体可以在诸如丙烯酸酯(例如聚甲基丙烯酸甲酯)、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯之类的聚合物和它们的共聚物和混合物中选择。

[0071] 发光材料202是一种有机发光材料，该有机发光材料吸收光源所发出的光并将所吸收的光的一部分转换为包括黄光的第一颜色分布的光。换言之，发光材料202是发黄光的有机发光材料。这种材料的一个示例是由BASF销售的商业上称为Lumogen F Yellow170的材料。该材料是二萘嵌苯衍生物。在被照射蓝光时非常稳定的特定的一类二萘嵌苯衍生物包括式(I)或(II)的化合物：

(I):



(II):



[0074] 其中

[0075]  $-G_1$  是直链或支链烷基或者含氧烷基  $C_nH_{2n+1}O_m$ ,  $n$  是从 1 到 44 的整数并且  $m < n/2$ , 或者  $G_1$  为 Y;

[0076]  $-A, B, C, J$  和  $Q$  分别独立地为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基或者未被取代的饱和烷基  $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$  是从 1 到 16 的整数;

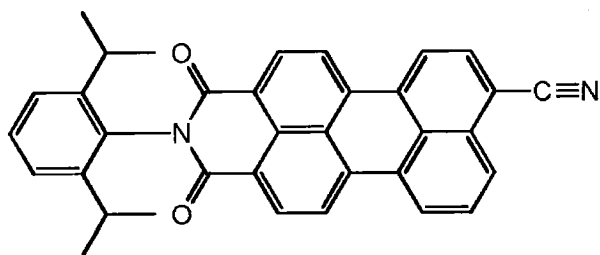
[0077]  $-G_2, G_3, G_4$  和  $G_5$  中的至少两个为氟, 而  $G_2, G_3, G_4$  和  $G_5$  中其余的分别独立地为氢、甲氧基或者未被取代的饱和烷基  $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$  是从 1 到 16 的整数;

[0078]  $-R$  是直链或支链烷基或者含氧烷基  $C_nH_{2n+1}O_m$ ,  $n$  是从 1 到 44 的整数并且  $m < n/2$ , 或者  $R$  为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基或氰基;

[0079]  $-A, B, C, J$  和  $Q$  分别独立地为氢、异丙基、叔丁基、氟、甲氧基、氰基或者未被取代的饱和烷基  $C_nH_{2n+1}$ ,  $n$  是从 1 到 16 的整数。

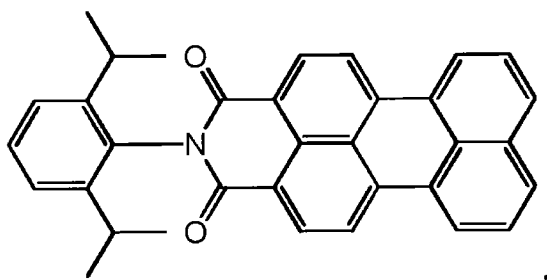
[0080] 式 (II) 的化合物的两个具体示例是式 (III) 或 (IV) 的二萜嵌苯单酰胺化合物:

(III):



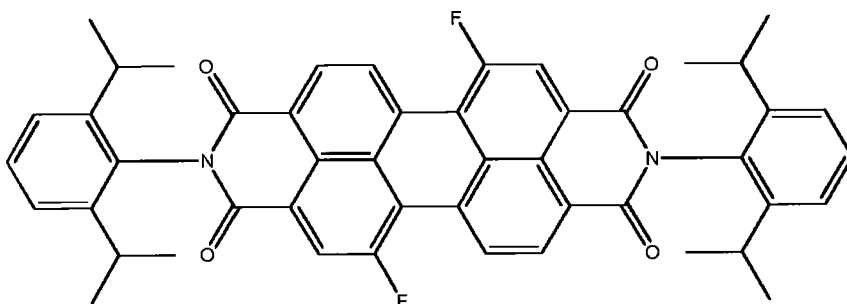
[0081]

(IV):



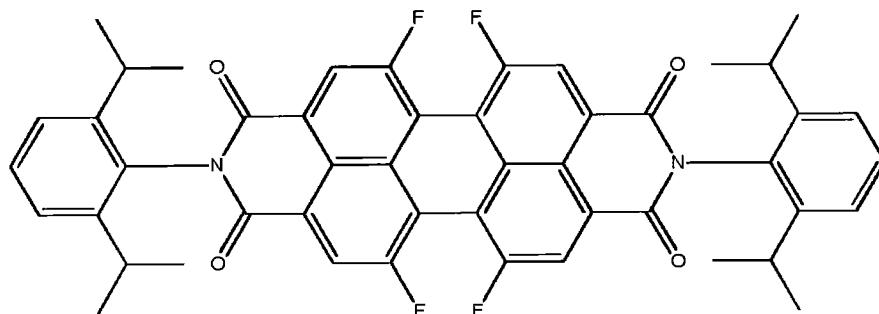
[0082] 式(I)的化合物中的一种是式(V)或(VI)的氟取代的二萘嵌苯二酰胺化合物:

(V):



[0083]

(VI):



[0084] 发光材料206是一种无机发光材料,该无机发光材料吸收光源所发出的光并将所吸收的光的一部分转换为包括从490nm到560nm的光谱范围内的光的第三颜色分布的光。换言之,无机发光材料206发出绿色/黄色光并且更具体而言是在其中发黄光的有机发光材料

202经历自身吸收的光谱范围内的光。这种材料的一个示例是LuAG3.5%FT500材料或者Ce掺杂的YAG。

[0085] 发光材料208是一种有机发光材料,该有机发光材料吸收光源所发出的光并将所吸收的光的一部分转换为包括红光的第一颜色分布的光。换言之,发光材料208是发红光的有机发光材料。这种材料的一个示例是由BASF销售的商业上称为Lumogen F Red305的材料。该材料是二萘嵌苯衍生物。

[0086] 因为发光材料202、206、208被混合在一层中,蓝光、黄光和红光的混合光传输通过发光转换器200。发黄光的发光材料202可以具有光吸收谱,该光吸收谱同样包括在从490nm到560nm的光谱范围的一部分内的光。因此,发黄光的发光材料202也可以吸收由无机发光材料206发出的光。发红光的发光材料208也可以具有包括黄光和/或在从490nm到560nm的谱范围的一部分内的光的吸收光谱。因此,发红光的发光材料208也可以吸收由无机发光材料206或发黄光的发光材料202发出的光。

[0087] 发光转换器200被制造成包括混合在一起的三种发光材料202、206、208的单个层。制造这样的层是相对较容易和廉价的,因为这些材料可以与基体聚合物混合并且之后被处理成单个层。

[0088] 发光转换器220包括三层,每一层包括单一发光材料并且每一层包括用于进一步散射被传输通过发光转换器的光的散射颗粒228。散射颗粒228帮助实现更好的光混合并且得到发光转换器220的大体上均匀的光发射。散射颗粒可以由材料 $Al_2O_3$ 或 $TiO_2$ 制成。

[0089] 在使用时面向光源的发光转换器220的第一层226包括发红光的有机发光材料208。被制作在第一层226上面的第二层224包括发黄光的有机发光材料202。被制作在第二层224上面的第三层222包括发绿/黄光的无机发光材料206。第三层面向背离光源的方向并且在很多应用中被用作包括发光转换器220的磷光增强光源的发光表面。

[0090] 发光转换器220的配置提供了额外的设计自由度,因为发光材料202、206、208被放置在层堆叠中的顺序影响在发光转换器220的发光表面处的光发射分布。例如,在所示出的配置中,发红光的有机发光材料208所发出的光可以分别在第二层224中或者在第三层222中部分地被发黄光的有机发光材料202或发绿/黄光的无机发光材料206吸收,以分别被转换成黄光和绿/黄光。要注意的是发光材料202、206、208也可以按另一顺序被布置在层222、224、226中以通过发光转换器220得到另一光发射。尤其是在所呈现的图2的发光转换器220的配置中,发红光的有机发光材料208主要吸收由光源发出的蓝光。

[0091] 发光转换器240包括基础层244,该基础层包括发红光的有机发光材料208。在基础层244上面设置有包括子区域242、246的图案层。子区域242包括发黄光的有机发光材料202并且不包括其它发光材料206、208。子区域246包括发绿/黄光的无机发光材料206并且不包括其它发光材料202、208。发光转换器240的图案化配置的优点在于发黄/绿光的发光材料206和发黄光的发光材料202不直接影响彼此,因此由发黄/绿光的发光材料206发出的绿/黄光不被发黄光的发光材料202吸收,反之亦然。子区域242、246的图案可以通过将不同子区域的材料印刷在基础层244上面而得到。

[0092] 发光转换器260包括传输光的基底层264,该基底层在实际实施例中可以是透明的。在基底层264的上面设置有图案层,该图案层包括不同的子区域262、266、268。子区域262、266、268中的每一个只包括选自以下的发光材料中的一种:发黄光的有机发光材料

202、发红光的有机发光材料208和发绿/黄光的发光材料206。利用这样的图案化结构,如果光在基底层264侧被接收到并且必须在发光转换器260的相反侧发出,则每一种发光材料仅有限地影响其它发光材料。

[0093] 发光材料202、206、208被示意性地绘制成特定材料的层中的球体。有机发光材料由分子构成并且因此如果特定发光材料是有机发光材料,则这些球体示意性地表示分子。有机分子以分子形式溶解在形成所述层的材料(例如基体聚合物)中。无机发光材料和散射颗粒是被分散在形成所述层的材料(例如基体聚合物)中的颗粒。无机发光颗粒和/或散射颗粒具有0.1到10微米量级的尺寸。图3a呈现了磷光增强光源的发光光谱300,所述磷光增强光源包括蓝光发光二极管(LED)和具有以下规格的发光转换器220:第一层226为54 $\mu\text{m}$ 厚且具有0.38wt%的Lumogen F Red305,第二层224为81 $\mu\text{m}$ 厚且具有0.1wt%的Lumogen F Yellow170,并且第三层222为75 $\mu\text{m}$ 厚且具有50wt%的LuAG。每一层具有作为基体聚合物的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)。所得到的光发射的色温为3000K并且CRI大于80。在图3a中可以看到磷光增强光源还发出从490到560nm的谱范围内的光,这导致相对较高的CRI。

[0094] 图3b呈现了包括蓝光LED和发光转换器240的磷光增强光源的发光光谱350。发光转换器具有PMMA基础层,该基础层为27 $\mu\text{m}$ 厚且具有0.05wt%的Lumogen F Red305。具有发黄光的有机发光材料202的子区域242是210 $\mu\text{m}$ 厚且包括0.01wt%的Lumogen F Yellow170的PMMA层的一部分,其上设置有包括 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 颗粒的60 $\mu\text{m}$ 的PMMA层的散射层。具有发绿/黄光的无机发光材料206的子区域246是200 $\mu\text{m}$ 厚且包括50wt%的LuAG的PMMA层的一部分。

[0095] 图4呈现了磷光增强光源400、430、460的三个实施例。磷光增强光源400包括其上设置有发蓝光的LED410的基座408。光混合腔404被基座408、壁406和根据本发明的第一方面的发光转换器402包封。基座的表面和面向光混合腔404的壁的表面可以是反射光的。蓝光或UV LED410向发光转换器402发出蓝光,所述发光转换器402将LED410所发出的光的至少部分转换为黄色、红色和绿/黄色光。结果,蓝色、绿色、黄色和红色光的组合被发射到磷光增强光源400的周围,磷光增强光源400具有接近于色空间(例如CIE xyz色空间)中的黑体线的色点并且具有大于80的CRI。如果在图3a的上下文中讨论的发光转换器被使用并且如果LED发出蓝光,则磷光增强光源400可以具有根据图3a的发光光谱。

[0096] 磷光增强光源430的另一实施例不包括壁,但是包括包围光混合腔404的曲线形的发光转换器432。

[0097] 磷光增强光源460是改造的荧光灯管。灯管466的横截面被呈现。在灯管466的内腔464中设置有蓝光LED468。沿灯管466的长度方向,可以设置多个这样的LED468。蓝光LED468向根据本发明的第一方面的发光转换器462发出蓝光。发光转换器462被应用于灯管466的面向灯管466的内腔464的内表面。

[0098] 图5呈现了根据本发明的第三方面的灯具500的实施例。灯具500包括根据本发明的第一方面的发光转换器或者包括根据本发明的第二方面的磷光增强光源502。

[0099] 应当注意,上面提到的实施例是说明本发明而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够在不偏离所附权利要求的范围的情况下设计很多替代实施例。

[0100] 在权利要求中,被置于括号之间的任意附图标记不应当被理解为限制权利要求。动词“包括”及其变形的使用不排除存在除了权利要求中所引述的元件或步骤以外的元件或步骤。位于元件之前的冠词“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以利用包括若

干个不同元件的硬件来实现。在列举出若干装置的设备权利要求中,这些装置中的若干装置可以用同一个硬件元件来实现。特定措施在彼此不同的从属权利要求中被引述这一事实不代表这些措施的组合不能被用于有利目的。

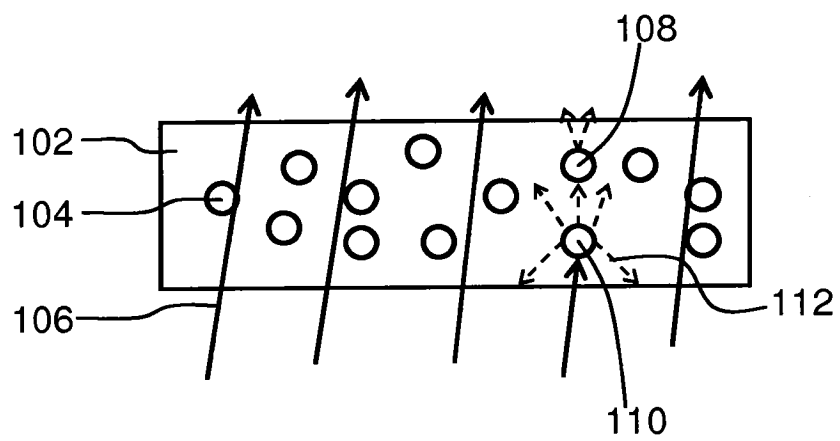


图1a

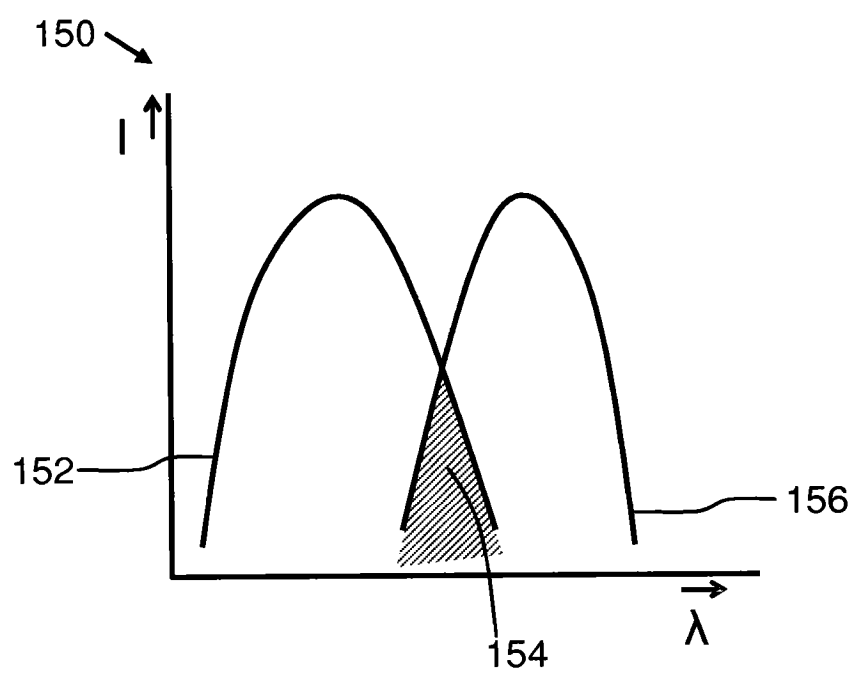


图1b

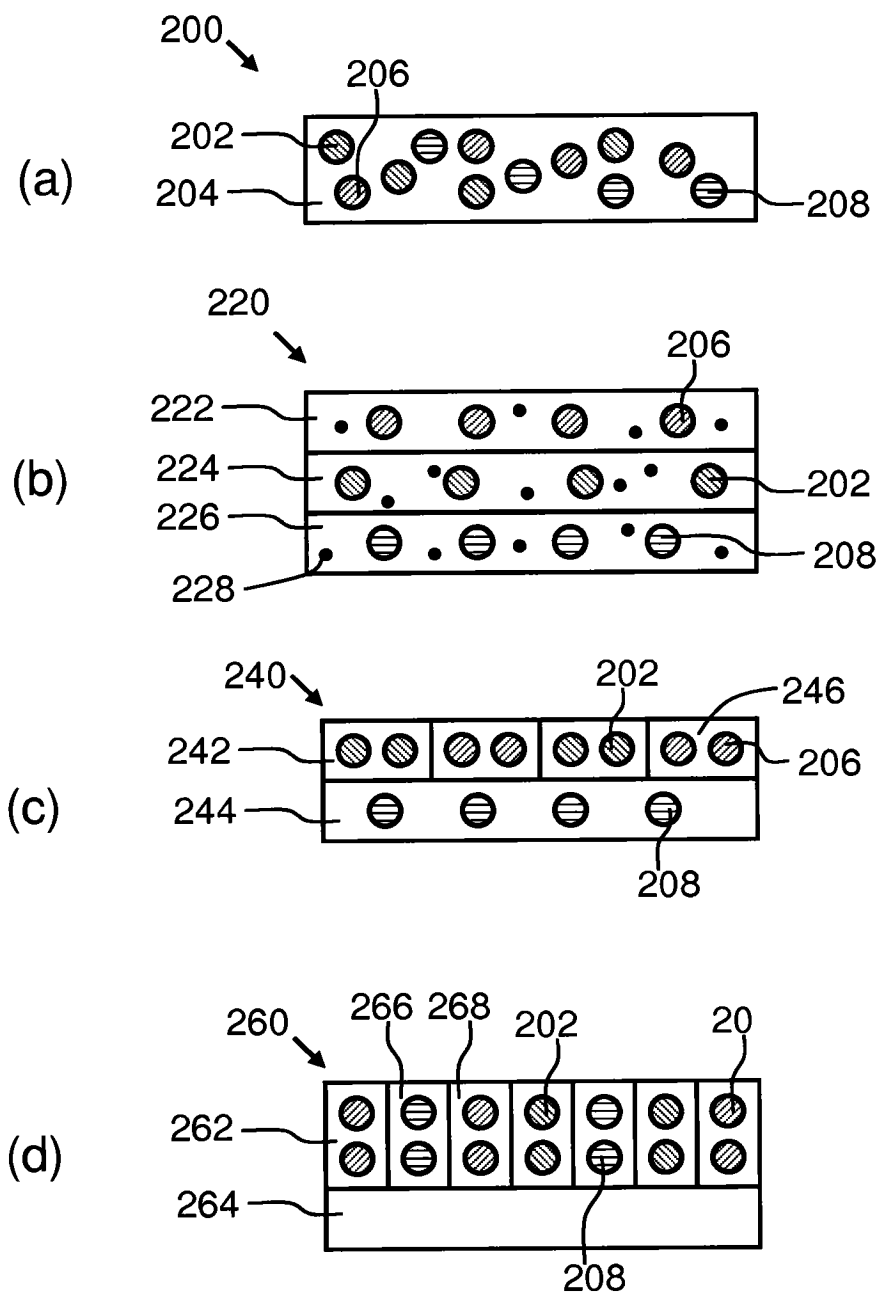


图2

300

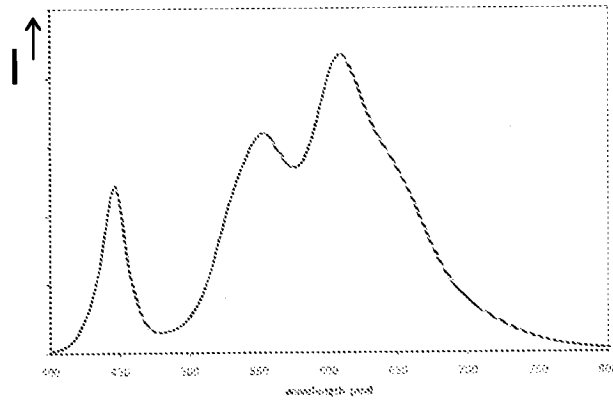


图3a

350

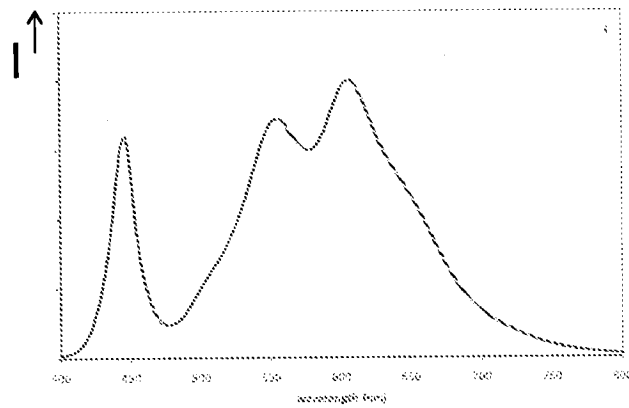


图3b

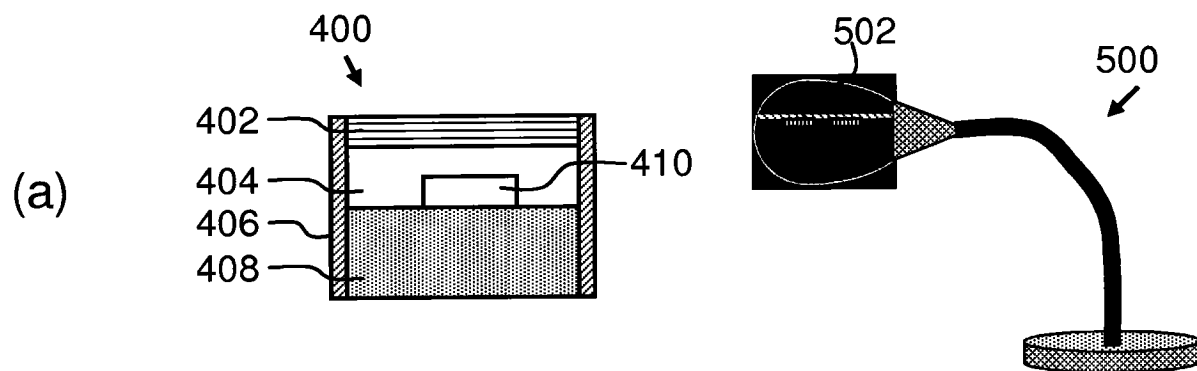


图5

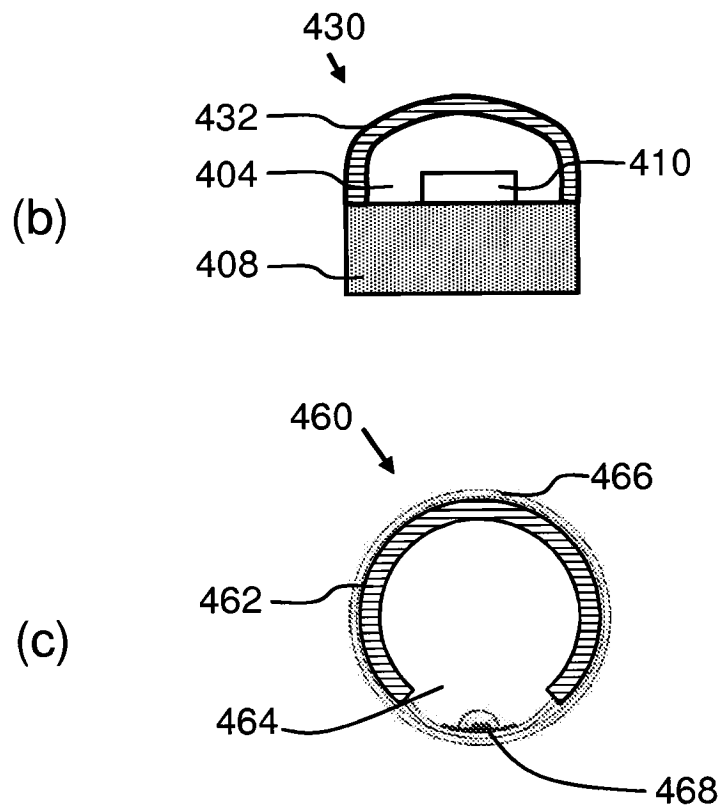


图4